

オントロジー工学に基づく情報家電の利用法に関する知識推薦手法 —知識の更新・変化への適応手法を中心にして—

二色 祐徳[†] 池田 満[†] 大沼 宏行[‡]

[†] 北陸先端科学技術大学院大学 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1
[‡] 沖電気工業株式会社 〒335-8510 埼玉県蕨市中央 1-16-8
E-mail: [†] {nishiki, ikeda}@jaist.ac.jp, [‡] ohnuma838@oki.com

あらまし 近年、情報技術の発展等の影響により、我々の接する知識量・情報量の変化・増加が急速に進んでいる。しかし、人間の情報処理能力の進化はそれに追いついていない。本研究では、情報家電に関する知識を対象として「社会的な知識が急速に変化・増加する対象分野において、継続的に対象分野に関わる（情報家電を継続的に利用する）人の知識状態・ニーズなどに応じて、適切な知識の推薦を行う手法」の構築を目指す。より具体的には、オントロジー工学に基づいたユーザモデルを構築し、既存の情報家電オントロジーを基本語彙とした情報家電の利活用に関する知識を推薦するシステムを提案する。

キーワード オントロジー、セマンティックウェブ、ユーザモデル、推薦手法、情報家電

Proposal of Ontology-Based Knowledge Recommendation Method

concerning Usage of Information Appliance

—How to cope with the rapid update/change of the knowledge—

Hironori NISHIKI[†] Mitsuru IKEDA[†] and Hiroyuki OHNUMA[‡]

[†] Japan Advanced Institute of Science and Technology 1-1 Asahidai, Nomi-shi, Ishikawa, 923-1292 Japan
[‡] Oki Electric Industry Co., Ltd. 1-16-8 Chuoh, Warabishi, Saitama, 335-8510 Japan
E-mail: [†] {nishiki, ikeda}@jaist.ac.jp, [‡] ohnuma838@oki.com

Abstract Recently, an increase in the volume of knowledge and information available has increased because of the influence of the development of information technology. However, the evolution of human's information processing ability has not caught up with this development. The purpose of this research is targets knowledge of Information Appliance and it constructs 「in the object field where social knowledge changes rapidly, technique for recommending knowledge adapting to state of knowledge and needs of person who is continuously related to object field.」 Concretely, we construct a user model based on ontology engineering, and we use Information Appliance Ontology for the basic vocabulary, and we propose a system that recommends knowledge concerning the usage of Information Appliances.

Keyword Ontology, Semantic Web, User Model, Recommendation Method, Information Appliance

1. はじめに

あらゆる人や組織が情報や知識を創りだし発信し、それが地球的規模で共有されるようになり、WWWをはじめとする情報技術が作り上げる世界は実世界にある様々な事象を表現すると同時に、それに対する人の解釈や思いを多角的な角度から映し出すものになりつつある。しかし、そこに蓄積される情報量・知識量の変化・増加のスピードに対して、我々人間の情報処理

能力の進化は追いついていない。

本研究では、情報家電に関する知識を対象として、社会的に、急速に変化し、増え続ける対象知識について、その知識を継続的に活用している人の、知識状態・ニーズ等に応じた新しい知識を適切に推薦するための手法の構築を目的とする。

情報家電技術は急速に発展してきており、技術に親しみを持たないユーザにとって、製品やサービスを選

扱・活用することが難しくなっている。たとえば、映像文化を楽しもうと思うと、ハイビジョン・ブルーレイ・コピーワンスといった新しい概念を知る必要があり、一昔前と比べると利活用知識が劇的に複雑化している。また、その概念は社会的要請で変化したり、企業間で異なった語彙が用いられたりしており、安定していないことも多い。より多くの人が技術の進歩の恩恵を享受できるようにするためには、適切な利活用情報を、個別の状況・ニーズに適応的に提供が必要がある。このような背景を踏まえて、本研究では、ユーザが所有している機器の接続状態とユーザが求める機能を入力として、機器の接続方法（不足している機器・部品・サービスの示唆を含む）・操作手順について、ユーザの知識レベルに適応した説明を生成する（例：古い知識をもっている人に変更点を説明する）知識推薦システムを開発する（図1）。

そのために解決すべき課題は以下の3点にまとめることができる。

- A) 知識の骨格となる概念体系をオントロジー記述言語で表現し、社会的に共有する枠組みを提供しつつ、その社会的な変化を追跡できるようにして対象化すること
- B) 個々の知識ユーザの状態を知識体系の社会的な変化と対応づけながら推定すること
- C) Bで推定した知識ユーザの状態に対して適切な知識を適切な形で提供するために、ユーザが知らなければならない知識を同定し、それを知識ユーザの理解状況に応じて説明すること

本稿では、課題[A]については既存の情報家電オントロジーの単純なバージョン管理手法で対応することとしたうえで、[B][C]の課題へのアプローチを中心に検討し、基本的な考え方とアプローチを示す。

2. 関連研究

知識の変化が激しい領域を支援する関連研究として、電子商取引の相談を行う推薦システム[1]がある。長井らの研究では、Web上の掲示板から商品購入に関する相談事例を集めたデータベースを構築し、システムとユーザの対話によりユーザの要求を明確にし、適応的な情報推薦を実現している。このアプローチは商品購入のための一時的な情報を得るための方法として優れていると思われる。一方、本研究では情報家電の

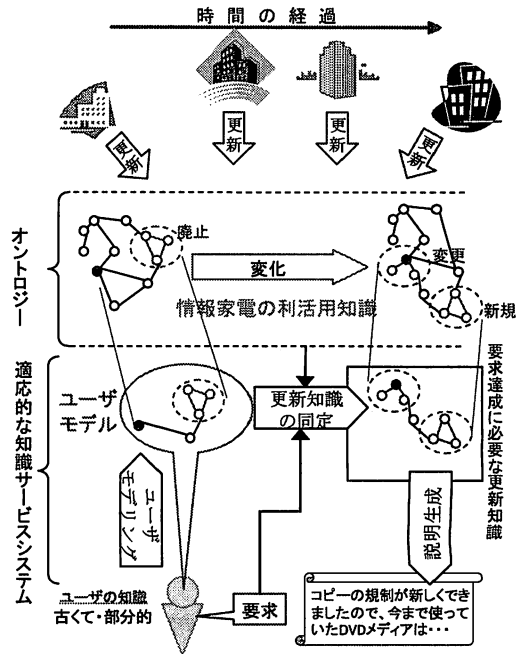


図1 知識推薦手法の概要

利用法に関する知識の提供を目的としているため、課題C)で示したようにユーザが持つ知識体系と提供する知識の間にある変化を捉えることが重要になる。

課題A~C)において重要な基本要素であるオントロジーを構築するためには、知識を追加するための社会的な基盤と標準的な語彙が必要になり、これらを準備するためにはドメイン固有の問題についての考察が不可欠である。本研究では情報家電に関する基本的な語彙として、森田らが中心となって開発したINTAPの情報家電オントロジー[2]を基礎にしている。

3. 情報家電オントロジー

情報家電オントロジーは情報家電に関する概念を異なる組織が追加・共有するために、家電業界団体が組織的に開発し、更新・管理しているオントロジーである。

様々な組織が情報家電オントロジーを扱えるように、情報家電オントロジー記述[3]・公開ガイドラインが策定されている。オントロジーの階層構造を図2に示す。企業ごとに作られるメーカ定義オントロジーは、基本オントロジーと情報家電共通オントロジーを基礎にして構成される。INTAPのプロジェクトで開発され

ている情報家電接続ガイダンスシステム[4]は、情報家電オントロジーの概念関係を利用して機器の接続方法についての検索機能を提供している。本研究では、上記の研究成果（情報家電オントロジーと接続方法の検索機能）を基礎にしている。情報家電オントロジーの一部[3]を図3に示す。

4. 知識推薦システム

4.1. システムの構築環境

以下の環境でシステムの開発を進めている。

オントロジー記述言語：OWL

オントロジー構築・記述環境：protégé

オントロジー操作：Jena

オントロジー検索：SPARQL

4.2. システムの概要

ユーザが想定している機器の接続状態とユーザが達成したい要求を入力として、要求を実現するための接続状態や操作についてユーザの知識レベルに応じた説明を出力するシステムを目指している。ユーザの知識レベルに合わせるというのは、ユーザが知らないことについて詳細に説明したり、ユーザが持っている知識が変化した場合には注意を促して変更点を説明する。

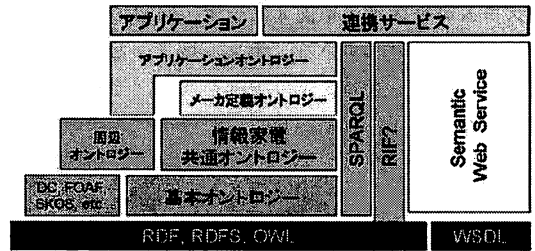


図2 オントロジーの階層構造([2]から引用)

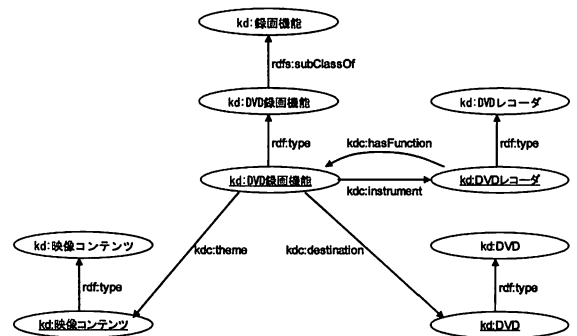


図3 情報家電オントロジーの一部([3]から引用)

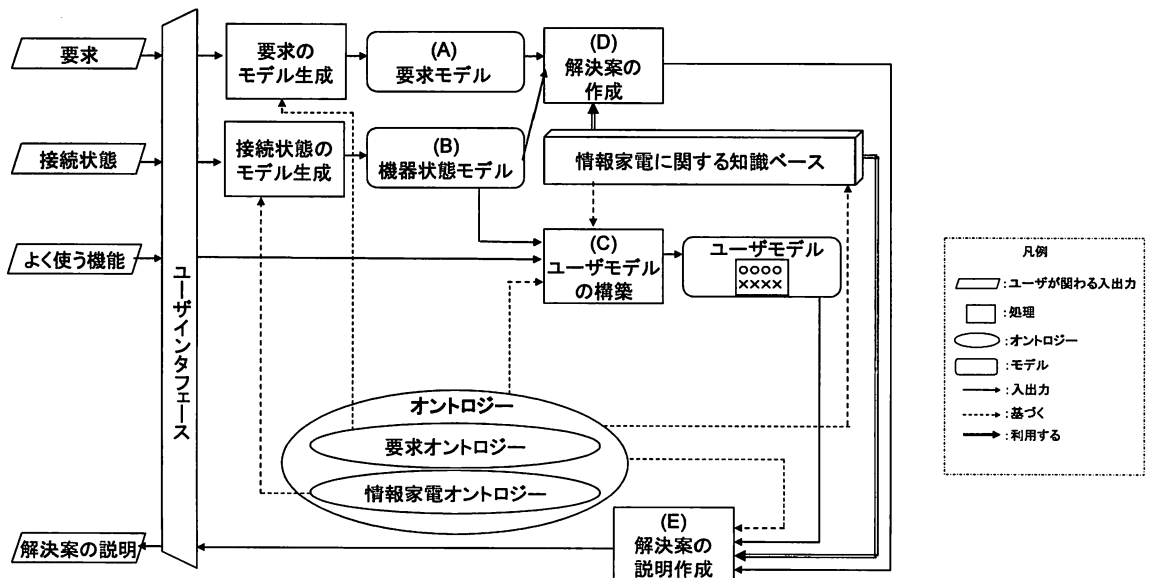


図4 システムの概要

システムの全体構成を図4に示す。図中の角のある長方形は処理を表している。オントロジーと情報家電に関する知識ベースの変化の履歴を残し、それを利用してユーザモデルを構築(C)し、ユーザの知識レベルに応じた説明を生成する(E)ことが主要な課題である。

システムの処理の流れについて大まかに述べる。ユーザの入力に対して要求モデル(A)と機器接続状態モデル(B)を生成する。機器接続状態モデルとユーザがよく使う機能を参照してユーザモデルを構築(C)する。ユーザの要求を満たす機器接続状態モデルを作り(D)、それとユーザモデルに基づいて適応的な説明を生成(E)し、ユーザに提供する。本章ではシステムが利用する知識とモデルについて述べる。

4.3. システムが利用するオントロジー

システムは次の二つのオントロジーを利用する。

情報家電オントロジー：家電機器や機能を定義する

要求オントロジー：ユーザの要求解決のために必要な機能を定義する。複数機器での同時録画などの要求は、単一の機器が持つ機能として想定されていないため、機能オントロジーとは別に要求オントロジーを準備する必要がある

これらのオントロジーについて、変化の履歴を残すために以下のメタデータを付与する。

作成時刻：概念が現れた時刻

変更時刻：概念が変化した時刻

変更関係：変化前と変更後の概念の対応関係を示す

4.4. 情報家電に関する知識ベース

システムに実装する知識ベースは以下の3つの知識からなる。いずれの知識もオントロジーに規定された概念を用いて記述する

機能達成判定知識：要求を達成できるか判定するためのルールベース。オントロジーと同様に、ルール単位に作成日・変更日・変更関係のメタデータを持たせる

説明知識：ユーザモデルと接続状態モデルに基づいてユーザに与える説明を構成するパターン

ユーザモデル推定知識：ユーザモデルを推定するルールベース

4.5. 機器接続状態モデル

ユーザはユーザインタフェースを介して、想定する機器と機器の接続状態をGUI画面上に入力する。このとき、ユーザが所有している機器かどうかの情報も得

る。この入力から得られる機器の接続状態と対応するモデルを情報家電オントロジーに基づいて生成する。

4.6. 要求モデル

ユーザインタフェースに要求オントロジーの一部を表示し、ユーザが選択した要求のモデルを生成する。ここでの要求は主に達成したい機能を考えている。要求のモデルに、機能を達成する機器などの関係を付与していく。

要求の例として、ハイビジョン再生したいという場合、ハイビジョン再生機能の達成がユーザの要求になる。ハイビジョン再生機能には、表示機器や受信映像の解像度が1920×1080以上でなければならないという属性が定義されている。

5. ユーザモデルの構築

ユーザの知識状態を表現するユーザモデルは、ユーザの知識状態を情報家電オントロジーと機能達成判定ルールの履歴の部分集合に対して既知か未知かを表現したオーバレイモデルとして表現する。知識の履歴に付与されている変更関係が、ユーザが持つ知識の変化を捉えるときにも基礎的な役割を担う。

ユーザモデルを推定するためにユーザから得る情報は、ユーザが想定する機器の接続状態とユーザが使ったことがある機能である。ユーザが使ったことがある機能は、機器の接続状態から利用可能な機能を求めて提示し、ユーザに選択を求める。

情報家電の利用法に関するユーザの知識は、新しく機器を購入したときに増え、次に購入するまであまり変化しないケースが多いと考えられる。このことから、ユーザモデル構築にあたって、

- ・ユーザにとって既知の知識はユーザが所有している機器で活用した機能に関連する知識である

- ・ユーザ所有機器の発売時点でユーザの知識の更新が止まった

ものと仮定する。非常に粗い考え方であるが、モデリングの精度の粗さによって生じる説明の冗長さは、説明方法の工夫で吸収することを考えている。

オントロジーの変更履歴を参照し、ユーザが使ったことのある機能(を持つ機器)が現れた時刻にオントロジーに定義されていた概念群を旧版オントロジーと呼ぶことにする。同様に機能達成判定ルールについて

も旧版機能達成判定ルールと呼ぶことにする。

一方、ユーザの要求を満たす機器接続状態モデルは、最新の状態のオントロジー(新版オントロジーと呼ぶ)と機能達成判定ルール(新版機能達成判定ルール)に基づいて生成されている。

ユーザへの説明の生成では、旧版から新版への変化の中で、ユーザの要求に関連する部分をユーザモデルとして捉える必要がある。このため、システムは、ユーザは機器接続状態を旧版で理解しているものと想定してユーザモデルを構築する。その手順の概要は以下のようになる。

- (1) ユーザの要求を満たす機器接続状態モデルを構成する新版オントロジーの概念に対応する旧版オントロジーの概念をユーザモデルを構成する概念群として抽出する
- (2) その概念群と機器接続状態モデルで、ユーザがよく使う機能の達成可能性を旧版機能達成判定ルールで判定する。この判定で利用した旧版機能達成判定ルール群をユーザモデルに加える

6. 適応的な説明の生成

ユーザが入力した機器接続状態モデル(現モデル)と要求を満たす機器接続状態モデル(解モデル)の関係を、ユーザの知識レベルに合わせて説明する。

本研究では、知識の変化が要求を達成するためのモデルに与える影響を説明するために、現モデルと解モデルの知識の変化を説明する説明パターンを作成した。

解モデルは、ユーザの要求を満たすことが新版機能達成判定ルールで確認されたモデルである。説明生成処理では、解モデルとの説明パターンを変数照合し説明文テンプレートを具体化する。説明文テンプレートは説明パターンによって異なるが、概ね以下の内容を説明することとしている。

- ① ユーザにとって新しい機能達成判定ルール
 - ・旧版からあったが、ユーザが使っていなかったと思われる機能達成判定ルール(ユーザモデルで未知)、または、
 - ・旧版にない新版機能達成判定ルールの情報の情報(メタデータ:いつ、なんのために作られたか)を説明する
- ② 新版ルールの内容を、新版オントロジーに基づいて説明する。このとき、新版ルールの構成概念に、ユーザにとって未知の概念(旧版で未知、旧版から変

更 or 新版で追加したもの)があれば、その変化の説明への参照リンクを提供する

- ③ 解モデル(要求機能を満たす接続状態)の説明
- ④ ユーザが入力した機器接続状態では要求を達成できていなかった場合、達成できなかった理由を説明する

7. 説明の例

以下のような問題をかかえたユーザを想定する。

いままで、既所有の(古)DVDレコーダでBSデジタル放送をDVD-RWに問題なく録画していたが、新たに購入した(新)DVDレコーダでDVD録画を試みたがうまくいかない。

- ・要求機能:(新)DVDレコーダでのBSデジタル放送のDVD録画
 - 録画機器:(新)DVDレコーダ
 - 録画対象:BSデジタル放送
 - 保存先:DVD-RW
- ・使ったことがある機能:(古)DVDレコーダでのBSデジタル放送のDVD録画
 - 録画機器:(古)DVDレコーダ
 - 録画対象:BSデジタル放送
 - 保存先:DVD-RW

ユーザはBSデジタル放送を録画したことがあるためBSデジタル放送の概念を知っているつもりだったが、今は概念の定義が変化してしまい昔は付与されてなかったコピーワンス信号が新しく付与されるようになった。コピーワンスを持つ映像をDVDに録画するときにはCPRM対応のメディアでなければコピーガード制約により録画できない。しかし、ユーザが(古)DVDレコーダを利用していた時代にはコピーワンスという概念やCPRMという概念がまだなかったため、ユーザはそのことを知らない。

ユーザモデルとして、(古)DVDレコーダが発売された時点でのBSデジタル放送の旧版定義と、録画機能達成の旧版機能達成判定ルールが既知で、それらがBSデジタル放送の新版定義、新版ルールに変更になっていることがモデル化される。

ユーザが想定した機器接続状態モデルでは保存先として(旧機器でできたように)DVD-RWに録画しようとしているが、システムが構成する解モデルはCPRM規格を持っているDVD-R(CPRM)を保存先とす

ることになる。

この場合、前章で示した説明内容①～④に対応して、以下の説明をユーザに提示する。太字下線の部分を変数からの代入部分で、それ以外の部分がテンプレートの文章である。

① ユーザにとって新しいルールのメタ情報を説明

ご存じかもしれませんが？年？月以降に次のような新しい制約ができました。

② 新版ルールの内容を新版オントロジーで説明

録画対象である BS デジタル放送はコピーワンスを持つため DVD 録画機能を達成するためには保存先である DVD メディアが CPRM に対応していなければいけません。

+新版オントロジーに含まれる概念の説明リンク：

コピーワンス, CPRM

③ 解モデルの説明

保存先として CPRM に対応している DVD-R(CPRM)を推奨します。

④ ユーザが入力した機器接続状態では要求を達成できなかった理由の説明

(古)DVD レコーダが製造された時には、BS デジタル放送はコピーワンスを持ちませんでしたが、それが変化して今は持つようになりました。

？年？月から DVD メディアの一種として CPRM に対応した DVD-R(CPRM)があります。

(古)DVD レコーダで使っていた DVD-RW は CPRM に対応していないため コピーワンスを持つ BS デジタル放送の DVD 録画機能を達成できません

この説明は「新版制約に対応する機器・媒体の活用が必要」というパターンを適用している。この例では新版制約はコピーワンス制約で、それに対応する媒体は CPRM つきの DVD-R(CPRM)である。この説明パターンでは、ユーザが入力した接続状態で機能を達成できないことの原因として新版制約の追加、そのことに影響している概念変化として、新しい DVD メディア(CPRM つきの DVD-R(CPRM))を説明している。

現在、ハンドシミュレーションによって説明文を生成しつつ説明パターンの積み上げを進めている。このような説明パターンを増やすことによって、知識の変化によって誤解しやすいと思われる概念や、ユーザの理解がとまった後で生まれた概念に対して注意を促しながら説明することが可能になると考えている。

8. まとめと今後の課題

本稿では、情報家電に関する知識を対象として、社会的に、急速に変化し、増え続ける対象知識について、その知識を継続的に活用している人の、知識状態・ニーズ等に応じた新しい知識を適切に推薦するための手法を検討した。

今後特に重点的にとりくむべきことは、一章であげた課題、

A) 知識の骨格となる概念体系をオントロジー記述言語で表現し、社会的に共有する枠組みを提供しつつ、その社会的な変化を追跡できるようにして対象化すること

の中で、オントロジー変化の記述についてより詳細に検討することであると考えている。本稿では、概念の変化の関係を、旧版と新版の概念の「ID(名前)」による対応関係で捉えるという単純な方法をとっている。この方法では、一つ概念と一つの概念の関係性を記述することしかできないため、概念の構造と構造の対応によって生じる理解の混乱を適切に説明できないことが、これまでの検討の結果わかっている。今後、

・オントロジーの構造変化のパターン（例：ある概念の下に、それまでの兄弟概念とは排他性のある新しい子概念が追加された）と、

・その変化がユーザの理解にもたらす影響（旧概念の子概念で考えていると、知識の誤適用が起こり、間違った問題解決を行う）

の関係を詳細に検討し、その変化と誤解の対応に基づいた説明パターンを構成する必要がある。

文 献

- [1] 長井真吾, 片上大輔, 新田克己, “Web からの情報を利用した買い物相談エージェント,” 電子情報通信学会技術研究報告.TM, テレコミュニケーションマネジメント, Vol.104, no.567, pp.43-38, 2005.
- [2] 森田幸伯, 大沼宏行, 松平正樹, 福重貴雄, 野本昌子, 玉利公一, 富岡豊, “情報家電オントロジー構築に向けた取り組み,” 第14回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A602-05, 2006.
- [3] 情報家電サービス基盤フォーラム 情報家電オントロジーSIG, “情報家電オントロジー記述ガイドライン 第1.0版,” <http://net2.intap.or.jp/SPIA/sig4.htm>, 2007.
- [4] 森田幸伯, 松平正樹, 大沼宏行, 富岡豊, 野本昌子, 福重貴雄, 玉利公一, “情報家電オントロジー構築と活用に向けた取り組み,” 第21回人工知能学会全国大会論文集(JSAI07), 1D2-2, 2007.